

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

JUNTTI et al

Group Art Unit: Not yet assigned

Application No.: New Application

Examiner: Not yet assigned

Filed: June 26, 2003

Attorney Dkt. No.: 60091.00223

For: DATA TRANSMISSION METHOD, DATA TRANSMISSION ARRANGEMENT
AND BASE STATION

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC § 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

June 26, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application(s) filed in the following foreign country(ies) is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

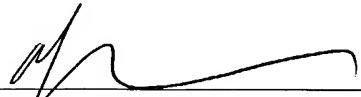
Finnish Patent Application No. 20021288 filed on June 28, 2003 in Finland

In support of this claim, certified copy(ies) of said original foreign application(s) is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document(s).

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Counsel's Deposit Account No. 50-2222.

Respectfully submitted,



Douglas H. Goldhush
Registration No. 33,125

Customer No. 32294
SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY LLP
14TH Floor
8000 Towers Crescent Drive
Tysons Corner, Virginia 22182-2700
Telephone: 703-720-7800
Fax: 703-720-7802

DHG:scc

Enclosure: Priority Document(s) (1)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 7.4.2003

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Corporation
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

20021288

Tekemispäivä
Filing date

28.06.2002

Kansainvälinen luokka
International class

H04L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Tiedonsiirtomenetelmä, tiedonsiirtojärjestely ja tukiasema"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Tiedonsiirtomenetelmä, tiedonsiirtojärjestely ja tukiasema

Ala

Menetelmä adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi, esi-
suodatusjärjestely adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi sekä tu-
5 kiasema, jossa sovitetaan kanavaestimaattorin sisäänmenosignaalia.

Tausta

Radiovastaanottimissa käytetään kanavaestimaattoreita mittaamaan
radiokanavan tilaa. Tyypillisesti tilainformaatiota vaaditaan koherentin ilmaisun
toteuttamiseen, minkä lisäksi sitä voidaan hyödyntää mitattaessa signaali-
10 kohinasuhdetta (SNR, Signal-to-Noise Ratio), signaali-häiriösuhdetta (Signal-
to-Interference Ratio), sekä toteutettaessa erilaisia kanavakorjaimia (channel
equalizer) poistamaan vaihevääristymää (phase distortion) tai symbolien kes-
kinäisvaikutusta ISI (Inter Symbol Interference). Symbolien keskinäisvaikutus
johtuu signaaliin radiokanavassa aiheutuvista lineaarisista ja epälineaarisista
15 vääristymistä. Keskinäisvaikutusta syntyy kaistarajoitetuissa (band limited) ka-
navissa, kun käytössä oleva pulssimuoto leviää viereisiin pulssiaikaväleihin
(pulse time slot). Ongelma on merkittävä etenkin suurilla siirtonopeuksilla mul-
timediapalveluissa tai datansiirto-sovelluksissa. Korjaimia on useita eri tyyppi-
jä, kuten päätöstakaisinkytketty korjain DFE (Decision Feedback Equalizer)
20 tai Viterbi-algoritmiin perustuvat Maximum Likelihood - eli ML-korjain ja Maxi-
mum Likelihood Sequence Estimation - eli MLSE-korjain. Yleensä kanavakor-
jaimet toteutetaan käytännössä erilaisten suodatinrakenteiden avulla.

Kanavaestimaattorien suunnittelua solukkoradiojärjestelmissä vai-
keuttaa käyttäjien liikkumisnopeuden vaihtelu sekä liikkuminen yleensä. Radio-
25 lähettimen liikkuminen aiheuttaa Doppler-vääristymää (Doppler distortion) eli
taajuussiirtymiä sekä radiokanavan muuttumista esimerkiksi maaston vaihtelun
takia. Kanavaestimaattori määrittää mittausten avulla kanavan impulssivas-
teen. Myös kanavaestimaattori toteutetaan tyypillisesti suodatinrakenteiden
avulla.

30 Mikäli radiolähtetin liikkuu hitaasti, myös kanava muuttuu hitaasti, jol-
loin kanavan koherenssiaika on pitkä ja useat peräkkäiset kanavamittaukset
korreloivat voimakkaasti. Tällöin voidaan käyttää pitkää kanavasuodatinta, joka
käyttää hyväkseen mittausten keskinäistä riippuvuutta estimaatin tarkkuuden
parantamiseksi. Jos radiolähettimen nopeus on suuri, peräkkäisten kanavamit-
35 tausten korrelaatio on pienempi ja vähenee nopeammin kuin hitaan liikkeen

tapauksessa. Kanavan koherenssiaika on tällöin pieni. Yleistäen voidaan sanoa, että mitä suurempi on lähettimen nopeus, sitä lyhyempi kanavaestimaattisuodattimen pitää olla. Tämä aiheuttaa ongelmia, koska suodattimen pituutta täytyy muuttaa liikkeen nopeuden muuttuessa. Tunnetun tekniikan mukaisesti tämä ratkaistaan käyttämällä pitkää suodatinta ja asettamalla kulloinkin tarvittava määrä kertoimia (taps) nolliksi. Tämä ratkaisu ei ole resurssien käytön kannalta tehokas. Lisäksi suodattimen kertoimien suuri määrä lisää monissa tapauksissa kvantisointikohinaa (quantization noise).

Lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on menetelmä adaptiivisen suodatuksen toteuttamiseksi ja menetelmän toteuttava laitteisto. Tämä saavutetaan menetelmällä adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi. Keksinnön mukaisessa menetelmässä määritetään vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure, määritetään esisuodatin ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla, sovitetaan esisuodattimen lähdön näytteenottonopeutta kanavaestimaattoria varten.

Keksinnön kohteena on myös esisuodatusjärjestely adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi. Keksinnön mukainen esisuodatusjärjestely käsittää välineet määrittää vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure, välineet määrittää esisuodattimen kertoimien määrä ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla, esisuodattimen lähdön näytteenottonopeuden sovittamiseksi kanavaestimaattoria varten.

Keksinnön kohteena on myös tukiasema, jossa sovitetaan kanavaestimaattorin sisäänmenosignaalia. Keksinnön mukainen tukiasema käsittää välineet määrittää vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure, välineet määrittää esisuodattimen kertoimien määrä ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla, esisuodattimen näytteenottonopeuden sovittamiseksi kanavaestimaattoria varten.

Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaihtimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että vastaanotettu signaali viedään esisuodattimelle, jossa näytteenottonopeutta (sample rate) sovitetaan kanavaestimaattoria varten. Näytteenottonopeuden sovittamisella pyritään siihen, että

kanavaestimaattorin pituus voidaan olosuhteiden muuttumisesta huolimatta pitää vakiona tai ainakin pituuden vaihtelualuetta pienentää.

Keksinnön mukaisella menetelmällä ja järjestelmällä saavutetaan useita etuja: säästetään resursseja sekä kanavaestimaattorin kertoimien määrä voidaan haluttaessa minimoida ja edullisimmassa tapauksessa pitää vakiona, jolloin kanavaestimaattorin suunnittelu yksinkertaistuu.

Kuvioluettelo

- Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa
- 10 kuvio 1 esittää esimerkkiä tietoliikennejärjestelmästä,
 - kuvio 2 esittää toista esimerkkiä tietoliikennejärjestelmästä,
 - kuvio 3 esittää vuokaaviota,
 - kuvio 4 esittää esimerkkiä esisuodatusjärjestelystä,
 - kuvio 5 esittää esimerkkiä tukiaseman vastaanottimesta.

15 Suoritusmuotojen kuvaus

Koska toisen sukupolven radiojärjestelmät ja kolmannen sukupolven radiojärjestelmät sekä näiden erilaiset sekamuodot eli niin sanotut 2,5:n sukupolven radiojärjestelmät ovat maailmanlaajuisesti jo käytössä sekä jatkuvasti kehitteillä, kuvataan suoritusmuodot kuviossa 1 yksinkertaistetusti havainnollistetussa radiojärjestelmässä, joka käsittää rinnakkain eri sukupolvien verkkoelementtejä. Kuvauksessa toisen sukupolven radiojärjestelmää edustaa GSM (Global System for Mobile Communications), 3. sukupolven radiojärjestelmää EDGE-tekniikkaa (Enhanced Data Rates for Global Evolution) tiedon-

20 siirtonopeuden kasvattamiseksi käyttävä GSM:ään perustuva radiojärjestelmä, jota voidaan käyttää myös pakettisiirron toteuttamiseen GPRS-järjestelmässä (General Packet Radio System). Joskus EDGE-järjestelmää pidetään 2,5. sukupolven järjestelmänä. Kolmannen sukupolven radiojärjestelmää edustaa myös radiojärjestelmä, joka tunnetaan ainakin nimillä IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000) ja UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

30 Suoritusmuodot eivät kuitenkaan rajaudu vain näihin esimerkkijärjestelmiin, vaan alan ammattilainen voi soveltaa esitettyä myös muissa tarvittavat ominaisuudet sisältävissä radiojärjestelmissä.

Kuvio 1 on yksinkertaistettu lohkoakaavio, joka kuvaa verkkoelementtien tasolla radiojärjestelmän tärkeimmät osat sekä niiden väliset rajapinnat.

Verkkoelementtien rakennetta ja toimintoja ei kuvata kovin tarkasti, koska ne ovat tyypillisesti standardoituja ja siten yleisesti tunnettuja.

Radiojärjestelmän pääosat ovat runkoverkko (Core Network, CN) 100, radioliityntäverkko 130 ja käyttäjälaite (User Equipment, UE) 170. Termi 5 UTRAN tulee sanoista UMTS Terrestrial Radio Access Network, eli radioliityntäverkko 130 kuuluu kolmanteen sukupolveen ja on toteutettu laajakaistaisella koodijakoisella monikäyttötekniikalla (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA). Lisäksi kuviossa 1 on kuvattu tukiasemajärjestelmä (Base Station System) 160, joka kuuluu 2/2,5-sukupolveen (tässä 2,5. sukupolvi on 10 EDGE-järjestelmä) ja on toteutettu aikajakoisella monikäyttötekniikalla (Time Division Multiple Access, TDMA).

Yleisellä tasolla voidaan radiojärjestelmä myös määritellä seuraavasti: radiojärjestelmä muodostuu käyttäjälaitteesta, joka kutsutaan myös esimerkiksi tilaajapäätelaitteeksi ja matkapuhelimeksi, ja verkko-osasta, joka sisältää 15 radiojärjestelmän kaiken kiinteän infrastruktuurin eli runkoverkon, radioliityntäverkon ja tukiasemajärjestelmän.

Runkoverkon 100 rakenne vastaa yhdistettyä GSM- ja GPRS-järjestelmien rakennetta. GSM-verkkoelementit vastaavat piirikytkentäisten yhteyksien toteuttamisesta ja GPRS-verkkoelementit pakettikytkentäisten yhteyksien toteuttamisesta. Osa verkkoelementeistä sisältyy kuitenkin molempiin 20 järjestelmiin.

Matkapuhelinkeskus (Mobile Services Switching Centre, MSC) 102 on runkoverkon 100 piirikytkentäpuolen keskipiste. Samaa matkapuhelinkeskusta 102 voidaan käyttää palvelemaan sekä radioliityntäverkon 130, että tukiasemajärjestelmän 160 yhteyksiä. Matkapuhelinkeskuksen 102 tehtäviin kuuluu tyypillisesti yhteyksien välitys (switching), haku (paging), käyttäjälaitteen sijaintipaikan rekisteröinti (location registration), kanavanvaihdon hallinta (handover management), tilaajan (subscriber) laskutustietojen (billing information) keruu, tiedon salausparametrin hallinta (encryption parameter management), 25 taajuusallokoinnin hallinta (frequency allocation management) ja kaiunpoisto (echo cancellation). 30

Matkapuhelinkeskuksien 102 lukumäärä voi vaihdella: pienellä verkko-operaattorilla voi olla vain yksi matkapuhelinkeskus 102, mutta suurissa runkoverkoissa 100 niitä voi olla useampia. Kuviossa 1 on kuvattu toinen matkapuhelinkeskus 106, mutta sen yhteyksiä muihin verkkoelementteihin ei ole 35 kuvattu, jotta kuvio 1 pysyisi riittävän selkeänä. Suurissa runkoverkoissa 100

voi olla erillinen yhdyskeskus (Gateway Mobile Service Switching Centre, GMSC) 110, joka hoitaa runkoverkon 100 ja ulkopuolisten verkkojen 180 väliset piirikytkentäiset yhteydet. Yhdyskeskus 110 sijaitsee matkapuhelinkeskusten 102, 106 ja ulkopuolisten verkkojen 180 välissä. Ulkopuolinen verkko 180 voi olla esimerkiksi yleinen matkaviestinverkko (Public Land Mobile Network, PLMN) tai yleinen puhelinverkko (Public Switched Telephone Network, PSTN).

Runkoverkko 100 käsittää tyypillisesti muitakin osia, esimerkiksi kotirekisterin (Home Location Register, HLR), joka sisältää pysyvän tilaajarekisterin ja radiojärjestelmän tukiessa GPRS:ää PDP-osoitteen (PDP = Packet Data Protocol) ja vierailijarekisterin (Visitor Location Register, VLR), joka sisältää sijainnin seuranta (roaming) koskevaa informaatiota matkapuhelinkeskuksen 102 alueella olevista käyttäjälaitteista 170. Kaikkia runkoverkon osia ei ole esitetty kuviossa 1 kuvion selkiyttämiseksi.

Operointisolmu (Serving GPRS Support Node, SGSN) 118 on runkoverkon 100 pakettikytkentäpuolen keskipiste. Operointisolmun 118 päätehtävä on lähettää ja vastaanottaa paketteja pakettikytkentäistä siirtoa tukevan käyttäjälaitteen 170 kanssa radioliityntäverkkoa 130 tai tukiasemajärjestelmää 160 käyttäen. Operointisolmu 118 sisältää käyttäjälaitetta 170 koskevaa tilaajatietoa sekä sijaintitietoa.

Yhdyskäytäväsolmu (Gateway GPRS Support Node, GGSN) 120 on pakettikytkentäpuolen vastine piirikytkentäpuolen yhdyskeskukselle 110, kuitenkin sillä erotuksella, että yhdyskäytäväsolmun 120 on kyettävä reitittämään myös runkoverkosta 100 ulkopuolisiin verkkoihin 182 ulosmenevä liikenne, kun taas yhdyskeskus 110 reitittää vain sisään tulevan liikenteen. Esimerkissä ulkopuolisia verkkoja 182 edustaa Internet, jonka kautta voi tulevaisuudessa ohjautua huomattava osa langattomasta puhelinliikenteestä.

Tukiasemajärjestelmä 160 muodostuu tukiasemaohjaimesta (Base Station Controller, BSC) 166 sekä tukiasemista (Base Transceiver Station, BTS) 162, 164. Tukiasemaohjain 166 kontrolloi tukiasemaa 162, 164. Periaatteessa pyritään siihen, että radiotien toteuttavat laitteet niihin liittyvine toiminnoineen sijaitsevat tukiasemassa 162, 164, ja hallintalaitteet sijaitsevat tukiasemaohjaimessa 166. Toteutustapa voi tietysti poiketa tästä periaatteesta.

Tukiasemaohjain 166 hoitaa yleensä esimerkiksi seuraavat tehtävät: tukiaseman 162, 164 radioresurssien hallinta, solujenväliset kanavanvaihdot (intercell handover), taajuushallinta eli taajuuksien allokointi tukiasemille 162, 164, taajuushyppelysekvenssien (frequency hopping sequence) hallinta, aika-

viiveiden mittaaminen nousevalla siirtotiellä, käytönohjauksen (operation and maintenance) rajapinnan toteutus ja tehonsäädön hallinta.

Tukiasema 162, 164 sisältää ainakin yhden lähetinvastaanottimen, joka toteuttaa yhden kantoaallon. Yksi kantoaalto käsittää GSM-järjestelmissä yleensä kahdeksan aikaväliä eli kahdeksan fyysistä kanavaa. Yksi tukiasema 162, 164 voi palvella yhtä solua tai useaa sektoroitua solua. Solun läpimitta voi vaihdella muutamista metreistä kymmeniin kilometreihin. Tukiasemaan 162, 164 katsotaan usein kuuluvan myös transkooderi (transcoder), jolla suoritetaan muunnos radiojärjestelmässä käytetyn puheenkoodausmuodon (speech coding) ja yleisessä puhelinverkossa käytetyn puheenkoodausmuodon välillä. Käytännössä transkooderi kuitenkin fyysisesti yleensä sijaitsee matkapuhelin-keskuksessa 102. Tukiasemalle 162, 164 kuuluvat yleensä esimerkiksi seuraavat tehtävät: TA:n (timing advance) laskeminen, nousevan siirtotien (uplink) mittaukset, kanavakoodaus (channel coding), koodaus salakieliseksi (encryption), salauksenpurku (decryption), ja taajuushyppely (frequency hopping).

Radioliityntäverkko 130 muodostuu radioverkon alijärjestelmistä (Radio Network Subsystem) 140, 150. Kukin radioverkon alijärjestelmä 140, 150 muodostuu radioverkko-ohjaimista (Radio Network Controller, RNC) 146, 156 sekä B-solmuista 142, 144, 152, 154. B-solmu on melko abstrakti käsite, ja usein sen sijasta käytetäänkin termiä tukiasema. Radioverkko-ohjain 140, 150 vastaa toiminnallisuudeltaan suunnilleen GSM-järjestelmän tukiasemaohjainta 166, ja B-solmu 142, 144, 152, 154 GSM-järjestelmän tukiasemaa 162, 164. Myös sellaisia ratkaisuja on tarjolla, jossa sama laite on sekä tukiasema että B-solmu, eli kyseisellä laitteella voidaan toteuttaa samanaikaisesti sekä TDMA- että WCDMA-radorajapinta (radio interface).

Käyttäjälaitte 170 koostuu kahdesta osasta: matkaviestinlaite (Mobile Equipment, ME) 172 ja UMTS-tilaajan tunnistusyksikkö (UMTS Subscriber Identity Module, USIM) 174. GSM-järjestelmässä käytetään luonnollisesti järjestelmän omaa tunnistusyksikköä. Käyttäjälaitte 170 sisältää ainakin yhden lähetinvastaanottimen, jolla toteutetaan radioyhteys radioliityntäverkkoon 130 tai tukiasemajärjestelmään 160. Käyttäjälaitte 170 voi sisältää yhden tai usean erilaisen tilaajan tunnistusyksikön. Lisäksi käyttäjälaitte 170 sisältää antennin, käyttöliittymän, sekä akun. Nykyisin käyttäjälaitteita 170 on monenlaisia, esimerkiksi autoon asennettuja sekä kannettavia. Käyttäjälaitteisiin 170 on myös toteutettu samoja ominaisuuksia, joita on henkilökohtaisissa tai kannettavissa tietokoneissa.

USIM 174 sisältää käyttäjään liittyvää tietoa, sekä erityisesti tietoturvallisuuteen liittyvää tietoa, esimerkiksi salausalgoritmin. Seuraavaksi esitetään kuviossa 1 esitetyt eri verkkoelementtien väliset rajapinnat koottuina taulukkoon 1. Alan ammattilaiselle on selvää, että radiotietoliikennejärjestelmän 5 käsittämät rajapinnat määräytyvät kulloisenkin laitteistototeutuksen ja käytettävän standardin mukaisesti, joten järjestelmän rajapinnat voivat poiketa kuviossa 1 esitetystä. Tärkeimmät rajapinnat ovat UMTS:issa runkoverkon ja radioliityntäverkon välinen Iu-rajapinta, joka jakautuu piirikytkentäpuolen rajapintaan IuCS (CS = Circuit Switched) ja pakettikytkentäpuolen rajapintaan IuPS (PS = 10 Packet Switched), sekä radioliityntäverkon ja käyttäjälaitteen välinen Uu-rajapinta. GSM:ssä tärkeimmät rajapinnat ovat tukiasemaohjaimen ja matkapuhelinkeskuksen välinen A-rajapinta, tukiasema-ohjaimen ja operointisolmun välinen Gb-rajapinta, sekä tukiaseman ja käyttäjä-laitteen välinen Um-rajapinta. Rajapinta määrittelee, millaisia viestejä käyttäen eri verkkoelementit 15 voivat kommunikoida toistensa kanssa. Tavoitteena raja-pintojen standardoinnissa on, että radiojärjestelmässä eri valmistajien verkkoelementit kykenevät toimimaan yhdessä toistensa kanssa. Osa rajapinnoista on kuitenkin käytännössä valmistajariippuvia.

Rajapinta	Verkkoelementit
Uu	UE-UTRAN
Iu	UTRAN-CN
IuCS	UTRAN-MSC
IuPS	UTRAN-SGSN
Cu	ME-USIM
Iur	RNC-RNC
Iub	RNC-B
A	BSS-MSC
Gb	BSC-SGSN
A-bis	BSC-BTS
Um	BTS-UE
E	MSC-MSC
Gs	MSC-SGSN
PSTN	MSC-GMSC
PSTN	GMSC-PLMN/PSTN
Gn	SGSN-GGSN

Gi	GGSN-INTERNET
----	---------------

Taulukko 1

Seuraavaksi havainnollistetaan kuvion 2 avulla solukkorakenteista WCDMA-radiotietoliikennejärjestelmää. Kuviossa 2 on esitetty osa yksinkertaistetusta radiojärjestelmästä, joka käsittää tilaajapäätelaitteen 170, kaksi tukiasemaa 142, 144 sekä tukiasemaohjaimen 146. Ensimmäinen tukiasema 142 käsittää lähetinvastaanottimen 202, antennin 204 ja kontrollilohkon 200. Samoin toinen tukiasema 144 käsittää lähetinvastaanottimen 212, antennin 214 ja kontrollilohkon 210. Myös tukiasemaohjain 146 käsittää kontrollilohkon 226. Käyttäjälaitte 170 käsittää myös normaalin lähetinvastaanottimen 222 ja antennin 224 radioyhteyden toteuttamiseksi ja kontrollilohkon 220.

Lähetinvastaanottimet 202, 212, 222 käyttävät CDMA-tekniikkaa (Code Division Multiple Access). CDMA-tekniikassa eli koodijakomonikäytössä radioresurssit jaetaan kullekin käyttäjälle käyttäjäkohtaisten koodien avulla. Tekniikka on yleisesti tunnettu, joten sitä ei tässä tarkemmin kuvata. Antennit 204, 214, 224 voidaan toteuttaa normaaleilla tunnetuilla tekniikoilla, esimerkiksi ympärisäteilevinä antennina tai suunnattua antennikeilaa käyttävinä antennina. Radiotietoliikennejärjestelmässä tukiasemien luomat radiosolut ovat yleensä jonkin verran päällekkäin kattavan peiton aikaansaamiseksi. Tätä on havainnollistettu kuviossa 2 tukiaseman 142 luomalla radiosolulla 206 ja tukiaseman 144 luomalla radiosolulla 216. Nykyisissä radiotietoliikennejärjestelmissä langattomat tietoliikenneyhteydet luodaan siten, että käyttäjälaitteet ja tukiasemat ovat radioyhteydessä toisiinsa eli puhelut tai datansiirtoyhteydet eri käyttäjälaitteiden välillä luodaan tukiasemien kautta. Tätä havainnollistetaan kuviossa 2 radioyhteyksillä 208, 218.

Kuvio 2 havainnollistaa erityisesti tilannetta, jossa mahdollisesti liikkuva käyttäjälaitte 170 on radioyhteydessä esimerkiksi ensimmäisen tukiaseman 142 kanssa samalla mitaten sen sekä toisen tukiaseman 144 yhteiskanavia (Common Pilot) mahdollista kanavanvaihtoa (handover) varten. Tyypillinen tilanne on, että käyttäjälaitteen radioyhteys siirtyy toisen tukiaseman kantoaallolle silloin, kun uudessa solussa on vapaata kapasiteettia ja uusi yhteys on parempilaatuinen. Kanavan ja solun vaihdokset mahdollistavat radioyhteyden jatkuvuuden käyttäjälaitteen liikuessa tai fyysisen radiokanavan muuttuessa ajan funktiona.

Kontrollilohkoilla 200, 210, 220, 226 tarkoitetaan laitteen toimintaa ohjaavaa lohkoa, joka nykyisin toteutetaan yleensä prosessorina ohjelmistoinneen, mutta myös erilaiset laitteistototeutukset ovat mahdollisia, esimerkiksi erillisistä logiikkakomponenteista rakennettu piiri tai yksi tai useampi asiakas-
 5 kohtainen integroitu piiri (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC). Myös näiden eri toteutustapojen sekamuoto on mahdollinen. Alan ammattilainen huomioi toteutustavan valinnassa esimerkiksi laitteen koolle ja virrankulutukselle asetetut vaatimukset, tarvittavan prosessointitehon, valmistuskustannukset sekä tuotantomäärät.

10 Lisätietoja radiotietoliikennejärjestelmistä löytyy alan kirjallisuudesta ja standardeista.

Seuraavaksi selostetaan menetelmää adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi kuvion 3 avulla. Menetelmän tarkoituksena on sovittaa radiovastaanottimen kanavaestimaattorille menevän signaalin näytteenotto-
 15 peutta siten, että kanavaestimaattorin pituus voidaan minimoida ja edullisesti pitää vakiona vaikka lähettimen nopeus suhteessa vastaanottimeen muuttuisi. Menetelmän suorittaminen alkaa lohkoista 300.

Lohkossa 302 määritetään vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure. Tällaisia suureita ovat esimerkiksi Doppler-haje (Doppler Spread), Doppler-tehospektrin muoto (form of
 20 Doppler Power Spectrum), Doppler-tehospektrin leveys, radiolähttimen nopeus, kanavan koherenssiaika, kanavamittausten välinen korrelaatio tai signaali-kohinasuhde. Suureet määritetään tyypillisesti vastaanotetusta signaalista käyttäen mittaustuloksia. Doppler-haje riippuu lähttimen nopeuden suhteesta
 25 vastaanottimen nopeuteen ja siten tyypillisessä solukkoradioverkkojärjestelmässä muuttuu ajan funktiona. Doppler-hajeen, Doppler-tehospektrin muodon Doppler-tehospektrin leveyden, radiolähttimen nopeuden, kanavan koherenssiajan, kanavamittausten välisen korrelaation tai signaali-kohinasuhteen määrittämiseen voidaan käyttää jotakin tunnetun tekniikan mukaista menetelmää.

30 Lohkossa 304 määritetään esisuodatin ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla. Esisuodattimen kertoimet valitaan siten, että käytettävissä olevien kanavamittausten tarjoamasta informaatiosta mahdollisimman suuri osa saadaan hyväksikäytettyä kanavaestimaattisuodattimessa ja samalla kanavaestimaattisuodattimen pituus ei tule liian
 35 suureksi. Tämä saavutetaan siten, että esisuodatin tiivistää (compress) kanavamittausten informaation pienemmälle näytenopeudelle samalla minimoiden

aiheutuvan häviön. Esisuodattimena voidaan käyttää yksinkertaista keskiarvoistavaa suodatinta, jonka pituutta muutetaan. Tällöin kuitenkin on huomattava, että pitkä suodatin vaatii pitkän kanavan koherenssiajan ja nopeasti muuttuvissa olosuhteissa informaation luotettavuus kärsii pitkästä suodattimesta.

- 5 Suodattimen pituus on täten aina kompromissi: suodatin valitaan lyhyemmäksi, jolloin käytettävissä olevasta kanavainformaatiosta menetetään osa, jotta kanava ei ole ehtinyt muuttua liikaa eli näytteiden luotettavuus ei ole ehtinyt huonontua liikaa esisuodatuksen käyttämien mittaustulosten välillä.

- Lohkoissa 306 sovitetaan esisuodattimen lähdön näytteenottonopeutta kanavaestimaattoria varten. Näin aikaansaadaan esisuodattimen lähtöön (ulostuloon, output) signaali, jolla on tunnettu Doppler-haje ja koherenssiaika, joihin kanavaestimaattorin pituus on sovitettu. Näytteenottonopeus riippuu edullisesti esisuodattimeen tulevan signaalin näytteenottonopeudesta ja vastaanotetusta signaalista määritetystä Doppler-hajeesta, Doppler-tehospektrin muodosta, Doppler-tehospektrin leveydestä, radiolähettimen nopeudesta, kanavan koherenssiajasta, kanavamittausten välisestä korrelaatiosta ja/tai signaalikohinasuhteesta. Doppler-hajetta voidaan mitata joko esisuodattimen ulostulossa tai sisäänmenossa. Mikäli Doppler-hajetta mitataan esisuodattimen sisäänmenossa (input), esisuodattimen ominaisuudet ja lähdön näytteenottonopeus määritetään mitatun Doppler-hajeen pohjalta. Esisuodatuksen lähdöstä mitattua Doppler-hajetta voidaan käyttää säätämään esisuodatuksen ominaisuuksia takaisinkytkennän avulla siten, että lähdön Doppler-haje tai kanavamittausten välinen korrelaatio pidetään mahdollisimman tarkoin vakiona. Signaalikohinasuhde vaikuttaa näytteenottonopeuden valintaan siten, että jos
- 25 signaalikohinasuhde on huono, näytteitä keskiarvoistetaan kohinan vaikutuksen pienentämiseksi, ja jos signaalikohinasuhde on hyvä, näytteitä voidaan pitää riittävän luotettavinta, jolloin keskiarvoistusta tarvitaan vähemmän tai sitä ei tarvita lainkaan.

- Näytteenottonopeutta voidaan muuttaa joko suuremmaksi tai pienemmäksi. Näytteenottonopeutta voidaan muuttaa esimerkiksi muuntamalla digitaalinen signaali analogiseksi ja näytteistämällä signaali uudella näytteenottonopeudella uudessa A/D-muunnoksessa. Näytteenottonopeutta voidaan muuttaa myös digitaalisesti: suurentaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi jollakin tunnetun tekniikan mukaisella interpolointimenetelmällä (interpolation)
- 35 ja pienentäminen vastaavasti esimerkiksi jollakin tunnetun tekniikan mukaisella desimointimenetelmällä (desimation). Digitaalinen muunnos on käytännössä

yleisempi, koska ylimääräiset D/A- ja A/D-muunnokset aiheuttavat signaaliin vääristymiä esimerkiksi kvantisoinnista johtuen.

Näytteenottonopeuden muuttaminen toteutetaan digitaalisesti tyypillisesti lineaarisen suodattimen avulla. Suodatin voi olla liukuvan keskiarvon suodatin (moving average), painotettu keskiarvoistava (weighted averaging) suodatin tai muu vastaaava.

Seuraavaksi selostetaan lyhyesti desimointia ja interpolointia. Desimointia ja interpolointia on tarkemmin selostettu alan kirjallisuudessa.

Oletetaan, että näytteenottotaajuutta pienennetään kokonaislukutekijällä (integer) M . Tällöin desimaattorin ulostulosekvenssi (output sequence) käsittää vain joka M :nnen näytteen eli

$$F' = \frac{F}{M}, \quad (1)$$

jossa

F' = uusi näytteenottotaajuus,

F = on alkuperäinen näytteenottotaajuus eli esimerkiksi pilottisignaalin symbolinopeus ja

M = kokonaislukutekijä.

Koska alkuperäinen näytteenottotaajuus on sovitettu vastaanotetun signaalin kaistanleveyteen, niin näytteenottotaajuuden pienentäminen aiheuttaa laskostumista (aliasing). Laskostumisen estämiseksi kaistanleveyttä täytyy rajoittaa. Kaistanleveyttä voidaan rajoittaa ennen näytteenottotaajuuden pienentämistä tai sen jälkeen alipäästösuodattimella. Täten esisuodatin käsittää tässä tapauksessa edullisesti sekä laskostumisen estosuodattimen että varsinaisen desimaattorisuodattimen.

Desimaattorisuodattimen kaistanleveys muuttuu suhteessa kokonaislukutekijään M . Jos alkuperäinen kaistanleveys on π , niin kaistanleveys alipäästösuodattimen jälkeen on π/M , joka on siis desimaattorisuodattimen kaistanleveys.

Oletetaan, että näytteenottotaajuutta kasvatetaan kokonaislukutekijällä L . Tällöin interpolaattorin ulostulosekvenssiin on lisätty $L-1$ uutta nollanäytettä sopiviin paikkoihin olemassa olevien näytteiden väliin eli

$$F' = LF, \quad (2)$$

jossa

F' = uusi näytteenottotaajuus,

F = alkuperäinen näytteenottotaajuus eli esimerkiksi pilottisignaalin symbolinopeus,

L = kokonaislukutekijä.

5 Näytteiden arvot saadaan olemassa olevien näytteiden avulla laskemalla jollakin tunnetun tekniikan mukaisella menetelmällä. Näytteille annetaan sellaisia arvoja, jotka tuottavat halutun impulssivasteen.

 Esisuodattimen kaistanleveys muuttuu suhteessa kokonaislukutekijään L . Jos alkuperäinen kaistanleveys on π , niin esisuodattimen kaistanleveys
10 on π/L .

 Näytteenottotaajuutta voidaan myös muuttaa rationaalitekijän L/M avulla. Tällöin ensin suoritetaan interpolaatio tekijän L avulla ja sen jälkeen desimaatio tekijän M avulla. Interpolaatio suoritetaan ennen desimointia, jotta signaalin spektri ei muutu eli

$$15 \quad F' = \frac{L}{M} F, \quad (3)$$

jossa

F' = uusi näytteenottotaajuus,

F = alkuperäinen näytteenottotaajuus eli esimerkiksi pilottisignaalin symbolinopeus,

20 M = kokonaislukutekijä,

L = kokonaislukutekijä.

 Esisuodatin käsittää tässä tapauksessa edullisesti intepolaa-
tiosuodattimen, alipäästösuodattimen ja desimointisuodattimen kytkettynä pe-
25 rakkäin (cascade).

 Menetelmän suorittaminen loppuu lohkon 308. Nuoli 310 kuvaa menetelmän toistettavuutta esimerkiksi tietyin aikavälein. Menetelmää voidaan toistaa myös muilla tavoilla. Käytännössä menetelmää voidaan soveltaa esimerkiksi siten, että silloin kun radiolähettimen nopeuden muutos on hidas, sää-
30 töä ei tehdä tai siten, että näytteenottonopeutta muutetaan eri tavoin eri signaaleille.

 Kuviossa 4 on esitetty esimerkki digitaalisesta esisuodatusjärjestelystä adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi. Vastaanotettu näytteistetty signaali viedään esisuodattimelle 400, joka käsittää interpolaattorin tai
35 desimaattorin. Suodattimet voidaan toteuttaa joko FIR- (Finite Impulse Response), IIR-suodattimina (Infinite Impulse Response) tai niiden yhdistelmänä.

FIR-suodattimilla on seuraavanlaisia ominaisuuksia: ne ovat stabiileja, niillä on hyvät kvantisointiominaisuudet ja lineaariset vaiheominaisuudet ovat helposti saavutettavissa. IIR-suodattimet soveltuvat puolestaan sellaisiin sovelluksiin, joissa vaaditaan tarkka-rajaista eroa esto- ja päästökaistan välille tai pitkää
 5 impulssivastetta. Suodatintyyppin valinta riippuu siis sovelluskohteesta eli suodattimelta vaadittavista ominaisuuksista. Suodatussuunnittelumenetelmät ovat alalla yleisesti tunnettuja, eikä niitä tässä siitä syystä tarkemmin selosteta.

Desimaattoritapauksessa esisuodatin käsittää edullisesti myös laskostumisen estosuodattimen, joka voi olla toteutettu esisuodattimesta erillisenä
 10 suodattimena tai siihen kytkettynä suodatinasteena.

Oletetaan, että desimoinnissa näytteenottotaajuutta pienennetään kokonaislukutekijällä M . Tällöin desimaattorin ulostulosekvenssi käsittää vain joka M :nnen näytteen. Koska alkuperäinen näytteenottotaajuus on sovitettu vastaanotetun signaalin kaistanleveyteen, niin näytteenottotaajuuden pienentäminen aiheuttaa laskostumista (aliasing). Laskostumisen estämiseksi kaistanleveyttä täytyy rajoittaa. Kaistanleveyttä voidaan rajoittaa ennen näytteenottotaajuuden pienentämistä tai sen jälkeen alipäästösuodattimella. Täten esisuodatin käsittää tässä tapauksessa edullisesti sekä laskostumisen estosuodattimen että varsinaisen desimaattorisuodattimen.
 15

Desimaattorisuodattimen kaistanleveys muuttuu suhteessa kokonaislukutekijään M . Jos alkuperäinen kaistanleveys on π , niin kaistanleveys alipäästösuodattimen jälkeen on π/M , joka on siis desimaattorisuodattimen kaistanleveys.
 20

Oletetaan, että interpoloinnissa näytteenottotaajuutta kasvatetaan kokonaislukutekijällä L . Esisuodattimen kaistanleveys muuttuu suhteessa kokonaislukutekijään L . Jos alkuperäinen kaistanleveys on π , niin esisuodattimen kaistanleveys on π/L .
 25

Interpolaattorin ulostulosekvenssiin lisätään $L-1$ uutta nollanäytettä sopiviin paikkoihin olemassa olevien näytteiden väliin. Näytteiden arvot saadaan olemassa olevien näytteiden avulla laskemalla jollakin tunnetun tekniikan mukaisella menetelmällä. Näytteille annetaan sellaisia arvoja, jotka tuottavat halutun impulssivasteen.
 30

Näytteenottotaajuutta voidaan myös muuttaa rationaalitekijän L/M avulla. Tällöin ensin suoritetaan interpolaatio tekijän L avulla ja sen jälkeen desimaatio tekijän M avulla. Interpolaatio suoritetaan ennen desimointia, jotta signaalin spektri ei muutu. Esisuodatin käsittää tässä tapauksessa edullisesti
 35

interpolaatiosuodattimen, alipäästösuodattimen ja desimointisuodattimen kyt-
kettynä peräkkäin (cascade).

Interpolaattorin kokonaislukutekijä L ja desimaattorin kokonaisluku-
tekijä M, jotka siis kuvaavat näytteenottonopeuden muutosta, saadaan määri-
tyslohkon 402 avulla. Määrityslohkossa määritetään vastaanotetusta signaalis-
ta ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure, kuten Dopp-
ler-haje, Doppler-tehospektrin muoto, Doppler-tehospektrin leveys, radiolähet-
timen nopeus, kanavan koherenssiaika, kanavamittausten välinen korrelaatio
ja/tai signaalikohinasuhde. Doppler-hajetta voidaan mitata joko esisuodattimen
ulostulossa tai sisäänmenossa. Mikäli Doppler-hajetta mitataan esisuodattimen
sisäänmenossa, esisuodattimen ominaisuudet ja lähdön näytteenottonopeus
määritetään mitatun Doppler-hajeen pohjalta. Esisuodatuksen lähdöstä mitat-
tua Doppler-hajetta tai kanavamittausten välistä korrelaatiota voidaan käyttää
säättämään esisuodatuksen ominaisuuksia takaisinkytkennän 406 avulla siten,
että lähdön Doppler-haje tai kanavamittausten välinen korrelaatio pidetään
mahdollisimman tarkoin vakiona. Signaalikohinasuhde vaikuttaa näytteenotto-
nopeuden valintaan siten, että jos signaalikohinasuhde on huono, näytteitä
keskiarvoistetaan kohinan vaikutuksen pienentämiseksi, ja jos signaali-
kohinasuhde on hyvä, näytteitä voidaan pitää riittävän luotettavinta, jolloin kes-
kiarvoistusta tarvitaan vähemmän tai sitä ei tarvita lainkaan.

Esisuodattimelta signaali viedään kanavaestimaattorille 404. Radio-
vastaanottimissa käytetään kanavaestimaattoreita mittaamaan radiokanavan
tilaa. Tyypillisesti tilainformaatiota vaaditaan koherentin ilmaisun toteuttami-
seen, minkä lisäksi sitä voidaan hyödyntää mitattaessa signaali-
kohinasuhdetta (SNR, Signal-to-Noise Ratio), signaali-häiriösuhdetta (Signal-
to-Interference Ratio), sekä toteutettaessa erilaisia kanavakorjaimia (channel
equalizer) poistamaan vaihevääristymää (phase distortion) tai symbolien kes-
kinäisvaikutusta ISI (Inter Symbol Interference). Kanavaestimaattori toteute-
taan tyypillisesti suodatinrakenteiden avulla.

Keksintöä selostetaan seuraavaksi viitaten kuvioon 5, jossa esite-
tään havainnollisuuden vuoksi yksinkertaistettu esimerkki laajakaistaisen tie-
donsiirtojärjestelmän tukiaseman vastaanottimesta lohkokaaviotasolla erään
suoritusmuodon avulla. Alan ammattilaiselle on selvää, että vastaanotin voi
sisältää myös muita osia kuin ne, jotka on kuvattu edellä kuvioon 5 liittyen.
Vastaanotin, jossa keksintöä voidaan soveltaa, voi olla myös kapeakaistaisen
(narrow band) järjestelmän vastaanotin.

Vastaanotin käsittää antennin 204. Antenni voi olla yksittäinen antenni tai ryhmäantenni. Vastaanotin käsittää myös RF-osat 500, joissa vastaanotettu signaali suodatetaan, alassekoitetaan joko välitaajuuden kautta tai suoraan kantataajuudelle ja vahvistetaan. Lohkossa 502 signaali muutetaan analogisesta digitaaliseksi näytteistämällä ja kvantisoimalla, lohkossa 504 suoraan laajakaistainen signaali koostetaan kertomalla koodigeneraattorin generoimalla koodisekvenssillä, lohkossa 506 signaalista poistetaan kantoaal-
 5 lon vaikutus demoduloimalla ja lohkossa 508 suoritetaan tarvittava signaalin-
 käsittely, kuten lomituksen poisto, dekodaus ja salauksen purku. Myös esi-
 10 suodatus ja kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavien suureiden, kuten
 Doppler-hajeen, Doppler-tehospektrin muodon, Doppler-tehospektrin leveyden,
 radiolähttimen nopeuden, kanavan koherenssiajan, kanavamittausten välisen
 korrelaation ja/tai signaalikohinasuhteen määrittäminen sekä kanavaestimaat-
 torin toiminnot voidaan suorittaa signaalinkäsittelylohkossa. Signaalinkäsittely-
 15 lohko toteutetaan käytännössä tyypillisesti prosessorin ja siinä suoritettavan
 tietokoneohjelman avulla. Signaalinkäsittelylohkota voi olla yksi tai usea.

Eräässä edullisessa suoritustavassa vastaanotin, kuten esimerkiksi RAKE-tyyppinen monihaarainen vastaanotin (RAKE = harava), käsittää viive-estimaattorin, jolla estimoidaan monitie-edenneiden komponenttien vii-
 20 veet. Eri RAKE-haarojen viiveet asetetaan vastaamaan eri tavoin viivästynei-
 den signaalikomponenttien viiveitä.

Keksintö toteutetaan edullisesti ohjelmallisesti, jolloin kuvatus menetelmän mukaiset toiminnot toteutetaan tukiasemassa toimivana ohjelmistona. Keksintö voidaan myös toteuttaa esimerkiksi vaadittavan
 25 toiminnollisuuden tarjoavilla laitteistoratkaisuilla, esimerkiksi ASIC:na
 (Application Specific Integrated Circuit) tai erillisiä logiikkakomponentteja
 hyödyntäen. Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten
 mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan
 sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän
 30 keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi, tunnettu siitä, että:

(302) määritetään vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure,

(304) määritetään esisuodatin ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla,

(306) sovitetaan esisuodattimen lähdön näytteenottonopeutta kanavaestimaattoria varten.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että tilastollinen suure on Doppler-haje, Doppler-tehospektrin muoto, Doppler-tehospektrin leveys, radiolähettimen nopeus, kanavan koherenssiaika, kanavamittausten välinen korrelaatio tai signaalikohinasuhde.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että näytteenottonopeutta sovitetaan desimoimalla.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että näytteenottonopeutta sovitetaan interpoloimalla.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että näytteenottonopeutta sovitetaan suhteessa esisuodattimen sisäänmenosignaaliin ja vastaanotetusta signaalista määritettyyn ainakin yhteen kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavaan suureeseen.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kanavaestimaattorin pituus on vakio.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että Doppler-hajetta mitataan esisuodattimen sisäänmenossa.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että Doppler-hajetta mitataan esisuodattimen ulostulossa.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että pidetään takaisinkytkennällä Doppler-hajetta tai kanavamittausten välistä korrelaatiota esisuodattimen ulostulossa ainakin olennaisesti vakiona.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että desimaattori- ja interpolaattorisuodattimien kaistanleveys muuttuu suhteessa näytteenottonopeuden muutokseen.

11. Esisuodatusjärjestely adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi, tunnettu siitä, että:

esisuodatusjärjestely käsittää

välineet (402) määrittää vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure,

välineet (402) määrittää esisuodattimen kertoimien määrä ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla,

5 esisuodattimen (400) lähdön näytteenottonopeuden sovittamiseksi kanavaestimaattoria varten.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että tilastollinen suure on Doppler-haje, Doppler-tehospektrin
muoto, Doppler-tehospektrin leveys, radiolähettimen nopeus, kanavan kohe-
10 renssiaika, kanavamittausten välinen korrelaatio tai signaalikohinasuhde.

13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että järjestely käsittää välineet (400, 402) sovittaa näytteenotto-
nopeutta desimoimalla.

14. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
15 n e t t u siitä, että järjestely käsittää välineet (400, 402) sovittaa näytteenotto-
nopeutta interpoloimalla.

15. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että järjestely käsittää välineet (400, 402) sovittaa näytteenotto-
nopeutta suhteessa esisuodattimen sisäänmenosignaaliin ja vastaanotetusta
20 signaalista määritettyyn ainakin yhteen kanavan tilastollisia ominaisuuksia ku-
vaavaan suureeseen,

16. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että kanavaestimaattorin pituus on vakio.

17. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
25 n e t t u siitä, että järjestely käsittää välineet (402) mitata Doppler-hajetta esi-
suodattimen sisäänmenossa.

18. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että järjestely käsittää välineet (402) mitata Doppler-hajetta esi-
suodattimen ulostulossa.

30 19. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että Doppler-hajetta tai kanavamittausten välistä korrelaatiota
pidetään takaisinkytkennän avulla esisuodattimen ulostulossa ainakin olennai-
sesti vakiona.

20. Patenttivaatimuksen 11 mukainen esisuodatusjärjestely, t u n -
35 n e t t u siitä, että desimaattori- ja interpolaattorisuodattimien kaistanleveys
muuttuu suhteessa näytteenottonopeuden muutokseen.

21. Tukiasema, jossa sovitaan kanavaestimaattorin sisäänmenosignaalia, tunnettu siitä, että:

tukiasema käsittää

välineet (508) määrittää vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure,

välineet (508) määrittää esisuodattimen kertoimien määrä ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla,

esisuodattimen (508) näytteenottonopeuden sovittamiseksi kanavaestimaattoria varten.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että tilastollinen suure on Doppler-haje, Doppler-tehospektrin muoto, Doppler-tehospektrin leveys, radiolähtetimen nopeus, kanavan koherenssiaika, kanavamittausten välinen korrelaatio tai signaalikohinasuhde.

23. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että tukiasema käsittää välineet (508) sovittaa näytteenottonopeutta desimoimalla.

24. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että tukiasema käsittää välineet (508) sovittaa näytteenottonopeutta interpoloimalla.

25. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (400, 402) sovittaa näytteenottonopeutta suhteessa esisuodattimen sisäänmenosignaaliin ja vastaanotetusta signaalista määritettyyn kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavaan suureeseen.

26. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että kanavaestimaattorin pituus on vakio.

27. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (508) mitata Doppler-hajetta esisuodattimen sisäänmenossa.

28. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (508) mitata Doppler-hajetta esisuodattimen ulostulossa.

29. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että Doppler-hajetta tai kanavamittausten välistä korrelaatiota pidetään esisuodattimen ulostulossa ainakin olennaisesti vakiona.

30. Patenttivaatimuksen 21 mukainen tukiasema, tunnettu siitä, että desimaattori- ja interpolaattorisuodattimien kaistanleveys muuttuu suhteessa näytteenottonopeuden muutokseen.

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee menetelmää, esisuodatusjärjestelyä ja tukiasemaa adaptiivisen kanavaestimaattorin toteuttamiseksi. Menetelmässä (302) määritetään vastaanotetusta signaalista ainakin yksi kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaava suure, (304) määritetään esisuodatin ainakin yhden kanavan tilastollisia ominaisuuksia kuvaavan suureen avulla, (306) sovitetaan esisuodattimen lähdön näytteenotonopeutta kanavaestimaattoria varten.

(Kuvio 4)

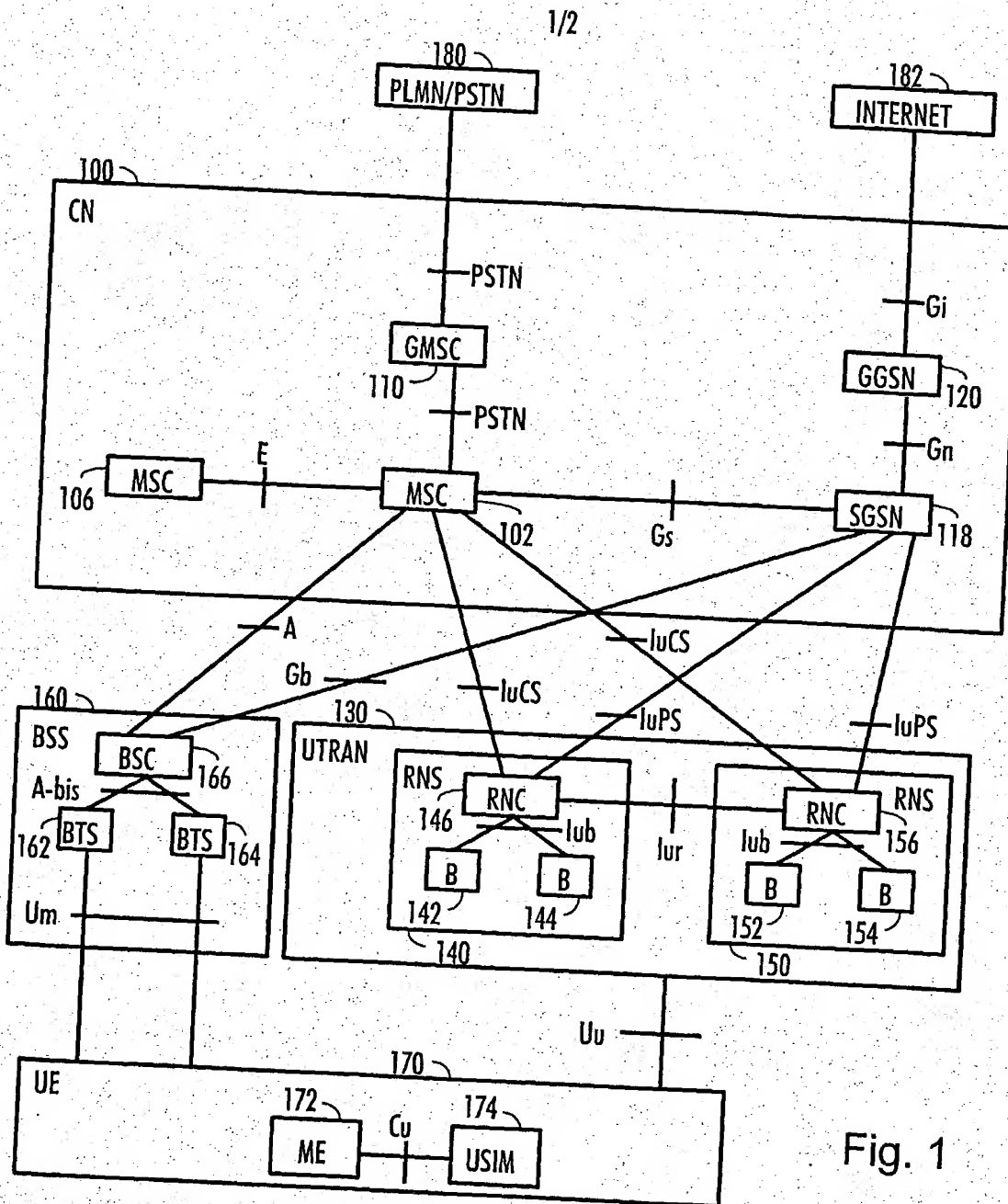


Fig. 1

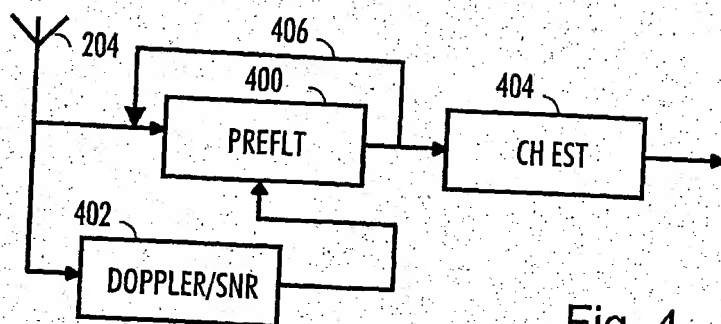


Fig. 4

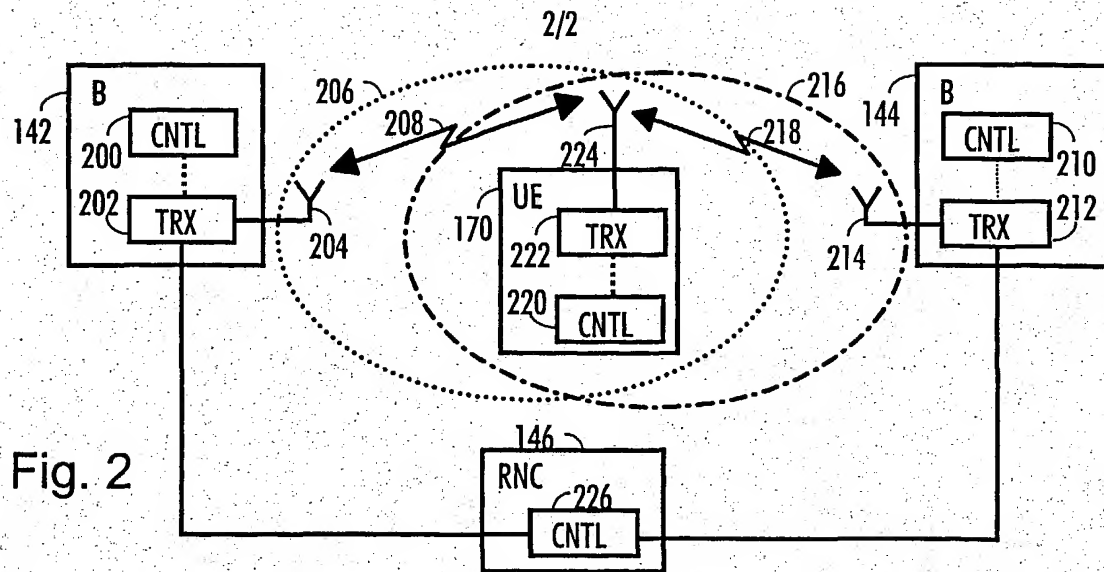


Fig. 2

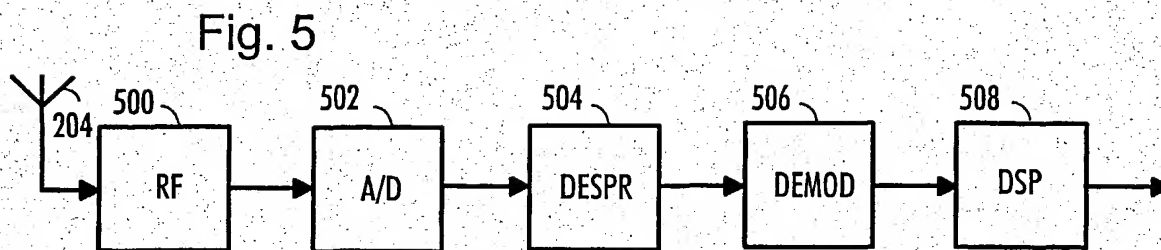


Fig. 5

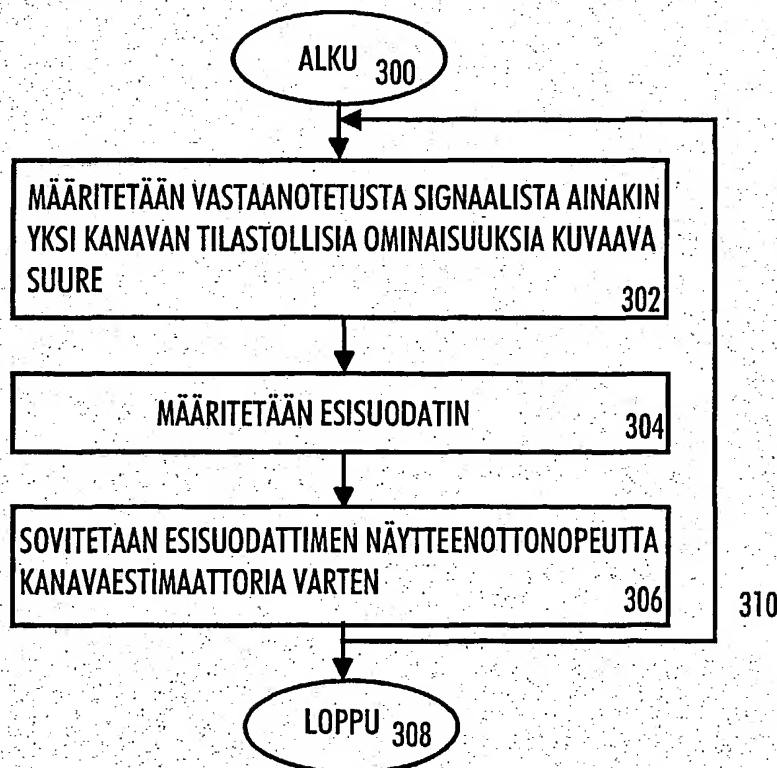


Fig. 3